

**DE D. DE ORUETA (1862-1926) A M. BLUMENTHAL (1886-1967): DE
LA MINERÍA A LA GEOLOGÍA ESTRUCTURAL A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX
EN «LAS PERIDOTITAS DE RONDA»**

Salvador ORDÓÑEZ DELGADO¹ y M^a Ángeles GARCÍA-DEL-CURA²

¹Universidad de Alicante

²IGEO (CSIC, UCM)

Introducción

Las «Peridotitas de Ronda» del Sur de España, son el mayor afloramiento del manto subcontinental actualmente conocido, con una extensión de 300 km². Según Précigout *et al.*¹, se trata de una milonita - tectonita con un metamorfismo granate-espinela producido en una gran zona de cizalla mantélica, con procesos de fusión parcial durante la descompresión desde 18 kbar (60 km de profundidad) hasta 10 kbar (30 km), seguida de una segunda fase de deformación viscosa desarrollada entre 10 kbar (30 km) y 6 kbar (18 km) y finalmente una tercera fase de deformación hace 22 millones de años (Oligoceno-Mioceno), que provocó la exhumación de una lámina de manto de naturaleza peridotítica sobre corteza continental (slab rollback). Una buena descripción puede verse en Mazzoli y Martín Algarra², que proponen una representación de la situación estructural de las diferentes unidades durante el Burdigaliense inferior (19 ma). Acosta-Vigil *et al.*³, insisten en los mismos aspectos, interpretándolo como lámina subcontinental del manto litosférico, situada sobre las Béticas, entre unidades corticales, y cuyo grado de metamorfismo se incrementa hacia las rocas mantélicas, y alcanza condiciones de anatexis a centenares de metros del contacto. En la actualidad estas peridotitas siguen siendo estudiadas como un buen ejemplo de yacimientos de elementos del grupo del platino (EGP) segregados en magmas máficos – ultramáficos. A partir

¹ PRÉCIGOUT, Jacques; GUEYDAN, Frédéric; GARRIDO, Carlos J., COGNÉ, Nathan y BOOTH-REA, Guillermo (2013) «Deformation and exhumation of the Ronda peridotite (Spain)». *Tectonics*, 32: 1–15.

² MAZZOLI, Stefano y MARTÍN ALGARRA, Agustín (2011) «Deformation partitioning during transpressional emplacement of a 'mantle extrusion wedge': the Ronda peridotites, western Betic Cordillera, Spain». *Journal of the Geological Society*, 168: 373–382.

³ ACOSTA-VIGIL, Antonio; RUBATTO, Daniela; BARTOLI, Omar; CESARE, Bernardo; MELI, Sandro; PEDRERA, Antonio; AZOR, Antonio and TAJČMANOVÁ, Lucie (2014) «Age of anatexis in the crustal footwall of the Ronda peridotites, S Spain». *Lithos* 210–211: 147–167.

de datos geoquímicos de los «pods» (cuerpos mineralizados de morfología aproximadamente lenticular), de cromita y espinelas, proponen los yacimientos de Pt-Au-Cr-Ni de macizo lherzolítico de Ronda, como un nuevo tipo de yacimientos EGP (Elementos del Grupo del Platino) en peridotitas mantélicas, generado por segregación de oxi-arseniuros a partir de una fusión parcial de un diapiro mantélico, ver Leblanc y Gervilla-Linares⁴.

El interés económico por las «peridotitas» de Ronda, volvió con la investigación de diamantes de Rubio Sandoval⁵, esta referencia histórica de diamantes en la Serranía de Ronda parece no demostrada, y García Guinea y Luque del Villar⁶, piensan que los minerales dados como diamantes son espinelas, cúbicas, resistentes y densas. La investigación inicial de la Serranía de Ronda, fue exclusivamente científica, y a este propósito obedecen los trabajos de Macpherson⁷, y los trabajos de Michel-Lévy y Bergeron⁸, en una línea parecida, así como el trabajo inicial de Orueta⁹. Las ideas tectónicas del momento no permitieron una interpretación más «moderna» de su origen y estructura. Y en este mismo sentido se pronuncia Mallada¹⁰. Como escribió Durand-Delga¹¹:

[...] la interpretación de los Alpes, a principios del s. XX, como un apilamiento de mantos de corrimiento empujados sobre Europa por el

⁴ LEBLANC, M. & GERVILLA LINARES, F. (1988) «Platinum-Group Elements and Au Distribution in Ni-Arsenide-Chromite Veins from the Rifo-Betic Lherzolite Massifs (Morocco-Spain)». In: Prichard, H. M.; Potts, P. J.; Bowles, F. W. & Cribb, S. J. (eds.) *Geo-platinum* 87. 181-199. Amsterdam: Elsevier.

⁵ RUBIO SANDOVAL, Enrique (1927) «La zona diamantífera de Carratraca». *Boletín Geológico y Minero*, 49: 247-265.

⁶ GARCÍA GUINEA, Javier y LUQUE DEL VILLAR, Francisco Javier (1986) «Análisis de las posibilidades de existencia de diamantes en España». *Boletín del Instituto Geológico Español*, 23: 37-43.

⁷ MACPHERSON, José (1875) «Breves apuntes acerca del origen peridotítico de la serpentina de la Serranía de Ronda». *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 4: 1-18; MACPHERSON, José (1878) «Fenómenos dinámicos que han contribuido al relieve de la Serranía de Ronda». *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 7: 491-503.

⁸ MICHEL-LEVY, Auguste y BERGERON, Jules (1889) «Étude géologique de la Serranía de Ronda». *Mémoires Académie Sciences Paris* 30 (2): 174-375. «Estudio Geológico de la Serranía de Ronda». *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico*, 17: 325-500.

⁹ ORUETA, Domingo de (1917) *Estudio Geológico y Petrográfico de la Serranía de Ronda*. Madrid: Instituto Geológico de España.

¹⁰ MALLADA, Lucas (1895) *Grupo Penibético. Rocas Hipogénicas y Sistema Estrato-Cristalino. Explicación del Mapa Geológico de España*. t. I, 435-446. Madrid: Viuda e hijos de M. Tello.

¹¹ DURAND-DELGA, Michel (2005) *Discursos pronunciados en el acto de investidura de Doctor Honoris Causa del Dr. D. Michel Durand Delga en la Universidad de Granada*: 20-30. Granada: Universidad de Granada.

empuje de África, se convirtió en un modelo de interpretación para las otras cadenas alpinas.

Entre 1925 y 1936, hay una gran actividad investigadora en las Béticas llevada a cabo, por la escuela de Delf, Fallot, Blumenthal,..., basándose en las nuevas teorías tectónicas de Staub, Stille, Kober...¹².

En este trabajo pretendemos comparar la interpretación estructural de Orueta¹³, con la Blumenthal (1926-27)¹⁴, y las más amplias y completas de Blumenthal (1928)¹⁵, y Blumenthal (1949)¹⁶, aunque esta última publicación es fruto de trabajos realizado antes de 1936. Resulta interesante señalar que según Trümpy¹⁷, los geólogos alpinos, no supieron interpretar en términos del modelo de tectónica de placas, las evidencias que existían en las Álpides, aunque existían datos estructurales observables, y ya se había avanzado ideas en tal sentido, Argand, Ampferer y Staub...

El pionero de petrografía y petrología de las Serpentininas de la Serranía de Ronda: José Macpherson y Hemás (1839-1902)

Probablemente Macpherson es una de las figuras más extraordinarias de la geología española¹⁸, autodidacta, importador y maestro de la técnica de microscopía óptica de rocas (Petrografía) y minerales. Aplica tempranamente esta técnica, desarrollada en 1849 por Henry Clifton Sorby (1826-1928), a la interpretación del origen peridotítico (olivino) de las serpentinas de la Serranía de Ronda¹⁹, la gigantesca masa de

¹² ORDÓÑEZ, Salvador y GARCÍA DEL CURA, M^a Ángeles (2015) «El impacto científico del seminario de P. Fallot (1889-1960), sobre “Le cordillères Bétiques” en el Instituto Lucas Mallada (C.S.I.C., Barcelona, 1945)». En: GONZÁLEZ REDONDO, Francisco A. (coord.) (2015) *Ciencia y Técnica entre la Paz y la Guerra. 1714, 1814, 1914*. Vol. 2: 963-970. Barcelona: SEHCYT.

¹³ ORUETA, Domingo de (1917), *op. cit.* nota 9.

¹⁴ BLUMENTHAL, Maurice (1926-27) «Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Central- und Südwest-Andalusien». *Eclogae Geologicae Helveticae*, 20: 487-491.

¹⁵ BLUMETHAL, Maurice (1928) «Sur le dispositif des nappes de recouvrement de la Serrania de Ronda (Andalousie)». *Eclogae Geologicae Helveticae*, XXI: 358-385.

¹⁶ BLUMENTHAL, Maurice (1949) «Estudio Geológico de las cordilleras costeras, entre el Río Guadalhorce y Verde». *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 62: 1-193.

¹⁷ TRÜMPY, Rudolf (2000) «Why not plates tectonics was not invented in the Alps». *Journal Earth Sciences*, 90: 477-483.

¹⁸ ORDÓÑEZ, Salvador (1992) «La Escuela de Geología de Madrid». *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología. Salamanca. vol. I*, 566-578. Salamanca: SGE.

¹⁹ MACPHERSON, José (1875) «Breves apuntes acerca del origen peridotítico de la serpentina de la Serranía de Ronda». *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 4: 1-18.

serpentina, que según Macpherson, venía de zonas profundas y arrastraba granitos en su salida. Pues bien, según Macpherson, esta gigantesca masa de serpentinas es simplemente un peridoto (olivino) hidratado, y escribe «y habrá que conceder a esta roca mayor importancia de la que hasta ahora se le ha concedido en la corteza terrestre», y plantea una ecuación química para el proceso de serpentinización de olivinos. Macpherson²⁰ estudia las diferentes rocas de la Serranía de Ronda: granito turmalínífero de las Chapas de Marbella y otros sitios; gneises de las cercanías de Istan y otros sitios; roca gnéisica de las orillas del río de Fuengirola, en el camino de las Chapas de Marbella á Mijas; diabasa del puerto del Robledal; norita de las cercanías de Istan, camino de Monda; peridotitas empastadas en la masa de serpentina entre Tolox y Manilba; esteatita de los Llanos del Juanar. Y pizarras con «quiasolita». La caracterización de los diferentes tipos petrológicos presentes en la Serranía es aún hoy incuestionable.

La estructura de la Serranía de Ronda según Macpherson²¹, «parece el resultado de una fuerza tangencial que desde remotos tiempos y con su foco en el Sur, aunque con numerosas oscilaciones, ha ido arrollando contra la masa rígida de la meseta central española». En su esquema interpretativo de la península Ibérica²², aparecen claramente diferenciadas las «direcciones béticas e ibéricas», así como una definición estructural del «gran geosinclinal del Guadalquivir». El terremoto de Andalucía de 1884 permite intensificar el conocimiento de la geología de la Serranía de Ronda, Michel-Lévy y Bergeron²³, siguiendo los trabajos de Macpherson, consideran que las noritas son rocas «intrusivas», aunque desarrollan un débil metamorfismo de contacto sobre el encajante, y se reafirman del origen de las serpentinas por hidratación de olivinos y piroxenos. Mallada²⁴ cita profusamente los trabajos de Macpherson.

Los trabajos de Domingo de Orueta Duarte (1862-1926) en la Serranía de Ronda

Domingo de Orueta Duarte, era hijo de Domingo de Orueta Aguirre (1833-1895), a su vez geólogo y compañero de Macpherson, en sus estudios de campo en la Serranía de Ronda. Padre e hijo tuvieron vidas paralelas, en lo personal y político, ambos de una posición económica holgada, que les

²⁰ MACPHERSON, José (1879) «Rocas de la Serranía de Ronda». *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 8: 229-264.

²¹ MACPHERSON, José (1878) «Fenómenos dinámicos que han contribuido al relieve de la Serranía de Ronda». *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 7: 491-503.

²² MACPHERSON, José (1888) «Del carácter de las dislocaciones de la Península Ibérica». *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 17: 331-366.

²³ MICHEL-LEVY, Auguste y BERGERON, Jules (1889), *op. cit.*, nota 8.

²⁴ MALLADA, Lucas (1895), *op. cit.*, nota 10.

permitió formarse en el extranjero e implicarse en la Institución Libre de Enseñanza. Orueta Aguirre, realizó varios trabajos de tipo regional que fueron recogidos en revistas locales; su contribución más importante fue publicada en *Quarterly Journal of the Geological Society of London*²⁵, y presentado por Murchinson, acerca de la geología del Torcal de Antequera. Macpherson y Orueta (padre) usaron la técnica de la microscopía óptica, como base de sus trabajos, y transmitieron a Orueta Duarte la pasión por esta técnica microscópica²⁶. Por las razones antedichas, se puede señalar que la «La moderna geología española se forjó en Ronda»²⁷.

En el *Estudio Geológico y Petrográfico de la Serranía de Ronda*, Orueta²⁸, realiza una profunda revisión bibliográfica comentada; así como una introducción a las técnicas de estudio microscópico por luz transmitida y luz reflejada; aborda la separación de minerales y presenta los resultados del estudio de las rocas hipogénicas: peridotitas, lherzolitas, dialoguitas y websteritas, noritas y sus derivados; de los «terrenos del estrato-cristalino; cambriano, triásico, jurásico, cretáceo, eoceno (nummulítico), mioceno, plioceno...». Y aborda los procesos metamórficos en peridotitas, entre peridotitas y dolomías estrato-cristalinas, pizarras y calizas cámbricas, la presencia de anfibolitas metamórficas. Describe los minerales y rocas con potencialidad económica: magnetita, cromita, «kupernickel», platino, oro, talco (esteatita), mármol, serpentina. Así mismo describe algunos yacimientos de aguas minerales. Agradece los textos de petrografía de Duparc, y sobre todo señala la utilidad de la colección del Dr. F. Krantz de Bonn, y el trabajo analítico de Santiago Piña de Rubies, apoyo fundamental en la investigación del platino en los aluviones asociados a las dunitas.

En este trabajo de Orueta²⁹, y en el apartado de Tectónica, hace un ensayo de «Historia geológica de la región»: «considerando (que) durante las épocas estrato cristalina y paleozoica es muy probable que la Serranía de Ronda formase un todo continuo con las grandes mesetas española y africana» (figura 1). Supone que al final del Cámbrico emerge el litoral mediterráneo, basándose en la ausencia de materiales Silúricos

²⁵ ORUETA AGUIRRE, Domingo de (1871) «On some points in the Geology Neighbourhood of Malaga». *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 27: 109 -114 (presentado por Sir R.I. Murchison).

²⁶ RABANO, Isabel (2008) «Domingo de Orueta y Duarte (1862-1926) y la investigación del platino en España». *Boletín Geológico y Minero*, 119 (4): 473-494; MARTÍN, Cándido (2014) «Juan Gávala y Laborde (1885-1977): estudios geológicos del área bética». *Llull*, 37 (80): 219-237.

²⁷ ORUETA GONZÁLEZ, María de y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Andrés (2002) *Macpherson y los Orueta. La moderna geología española se forjó en Ronda*. Ronda: Arunda Libris.

²⁸ ORUETA, Domingo de (1917), *op. cit.* nota 9.

²⁹ *Ibidem*.

y Devónico, posteriormente vuelven a quedar cubiertas por el mar, y la tectónica con pliegues NO-SE, aunque continua, son borrados por la acción de un sistema de pliegues orientados NE-SO posteriores y normales a los primeros. Identifica dioritas básicas post-hercínicas, pero no están asociadas a las «masas peridotíticas», cuya «gran erupción» es muy poco posterior a los cambios de direcciones estructurales. Y cuya emersión en su opinión, así como el resto de la cordillera Bética, no tuvo lugar hasta el Neocomiense (Cretácico Inferior). Los mares mesozoicos, según Orueta³⁰ ocuparon la depresión situada entre el litoral español y la depresión del Guadalquivir que se pliegan según direcciones SE-NO.

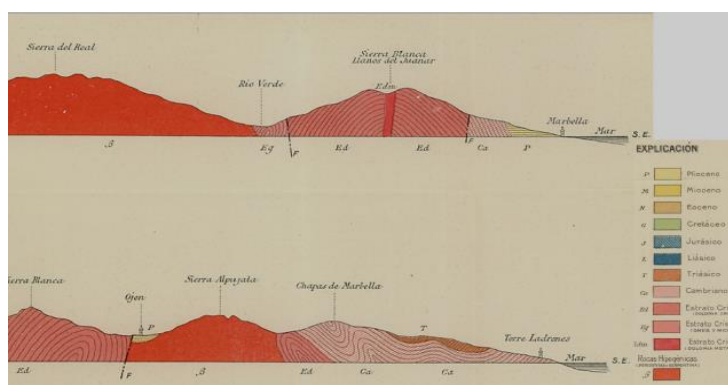


Figura 1. Interpretación de la Sª de Ronda como parte de los materiales del «Estrato Cristalino» pre-Triásico del Macizo Ibérico, afectado por la Orogenia Varisca. Fragmento tomado de «Cortes Geológicos de la Serranía de Ronda»³¹.

Los yacimientos minerales de la Serranía de Ronda fueron un importante objeto de la investigación de Orueta³², y fruto de este trabajo, Orueta fue la exploración, y evaluación de los yacimientos de Pt, Cr y Ni, asociados a las peridotitas³³. En este trabajo fue importante la colaboración con Piña de Rubies, que había sido colaborador de Duparc en el estudio de las «dunitas platiníferas de los Urales»³⁴. En este contexto Piña de Rubies descubrió en la Serranía de Ronda, un nuevo mineral, oruetita, $[\text{Bi}_4\text{TeS}_2]$ ³⁵.

³⁰ ORUETA, Domingo de (1917), *op. cit.* nota 9.

³¹ *Ibidem*.

³² RÁBANO, Isabel (2008), *op. cit.*, nota 26.

³³ ORUETA, Domingo de (1919) «Informe sobre el reconocimiento de la Serranía de Ronda». *Boletín del Instituto Geológico de España*, 40: 201-331.

³⁴ LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel (1988) «El análisis espectroquímico durante la JAE, (1907-1936)». En: SÁNCHEZ RON, José Manuel (ed.) *La Junta para la Ampliación de Estudios 80 Años Despues*. Vol. 2: 301-312. Madrid: CSIC.

³⁵ PIÑA DE RUBIES, Santiago (1919) «La oruetita, nuevo sulfuroteluluro de bismuto». *Revista Minera Metalúrgica y de Ingeniería*, 70: 197-198.

Este mineral actualmente se considera equivalente a joseíta³⁶. Por otra parte, Duparc y Grosset³⁷, comparan las mineralizaciones de Ronda con las de los Urales, en esta comparación usan el mapa de Orueta. Esta visión no quedaría completa sin señalar que Orueta junto a Rubio y Hernández Sampelayo, escribieron la guía de la Excursión A-2, del XIV Congreso Geológico Internacional de 1926³⁸.

Un geólogo alpino en la Serranía de Ronda: Maurice Blumenthal (1886-1967).

En un trabajo anterior³⁹, señalábamos que las ideas de Rudolf Staub (1890-1961), del Politécnico y de la Universidad de Zúrich, y la aplicación que de ellas hicieron, Blumenthal y Fallot, acabaron diseñando la base del paradigma de la interpretación moderna de la estructura de las Cordilleras Béticas. En efecto Blumenthal⁴⁰ se refiere a las Béticas como el extremo más occidental de las Álpides Europeas. Por esta razón atrae la atención de investigadores como Staub⁴¹, Termier, Fallot, Argand, Kobler...

Blumenthal realiza una gigantesca labor de investigación entre 1927 – 1936, con más de 30 trabajos publicados, alguno de ellos en la zona norte de Marruecos, en colaboración con A. Marín (1877-1966) y P. Fallot (1889-1960)⁴². En uno de los primeros trabajos sobre las Béticas, Blumenthal⁴³, después de reconocer la contribución de Orueta⁴⁴, muestra su desacuerdo con su interpretación: «*Toutefois la tectonique en a été considérablement négligée*», luego se extiende en consideraciones acerca del emplazamiento de las peridotitas, que no se las puede considerar

³⁶ RÁBANO, Isabel; BAEZA, Eleuterio; LOZANO, Rafael Pablo y CARROZA, Juan Antonio (2007) «Microfotografías de Domingo de Orueta y Duarte (1862-1926) en los fondos históricos del Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España, Madrid)». *Boletín Geológico y Minero*, 118 (4): 827-846.

³⁷ DUPARC, Louis y GROSSET, Augustín (1914-16) «Étude comparée des gîtes platinifères de la Sierra de Ronda et de l'Oural». *Memoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, 88 (5): 253-291.

³⁸ AYALA-CARCEDO, Francisco Javier; PEREJÓN, Antonio; PUCHE, Octavio y JORDÁ, Luis (2005) «El XIV Congreso Geológico Internacional de 1926 en España». *Boletín Geológico y Minero*, 116 (2): 173-184.

³⁹ ORDÓÑEZ, Salvador y GARCÍA DEL CURA, M^a Ángeles (2015), *op. cit.*, nota 12.

⁴⁰ BLUMENTHAL, Maurice (1926-27), *op. cit.*, nota 14.

⁴¹ STAUB, Rudolf. (1926) *Ideas sobre la tectónica de España (Gedanken zur Tektonik Spaniens)*. Versión Esp. y prólogo de A. Carbonell. Córdoba: Academia de Ciencias y Artes de Córdoba.

⁴² ALASTRUÉ, Eduardo (1949) «Las unidades estructurales de las cordilleras Béticas según los estudios de Blumenthal». *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 17: 205-271.

⁴³ BLUMETHAL, Maurice (1928), *op. cit.*, nota 15.

⁴⁴ ORUETA, Domingo de (1917), *op. cit.*, nota 9.

«hercínicas», sino post-triásicas y probablemente «post-oligocenas» (figura 2). Y da las gracias a Fallot, que ha datado el Flysh como Oligoceno, y las Lepidociclinas de las areniscas calcáreas del Torcal, como Estampiense.

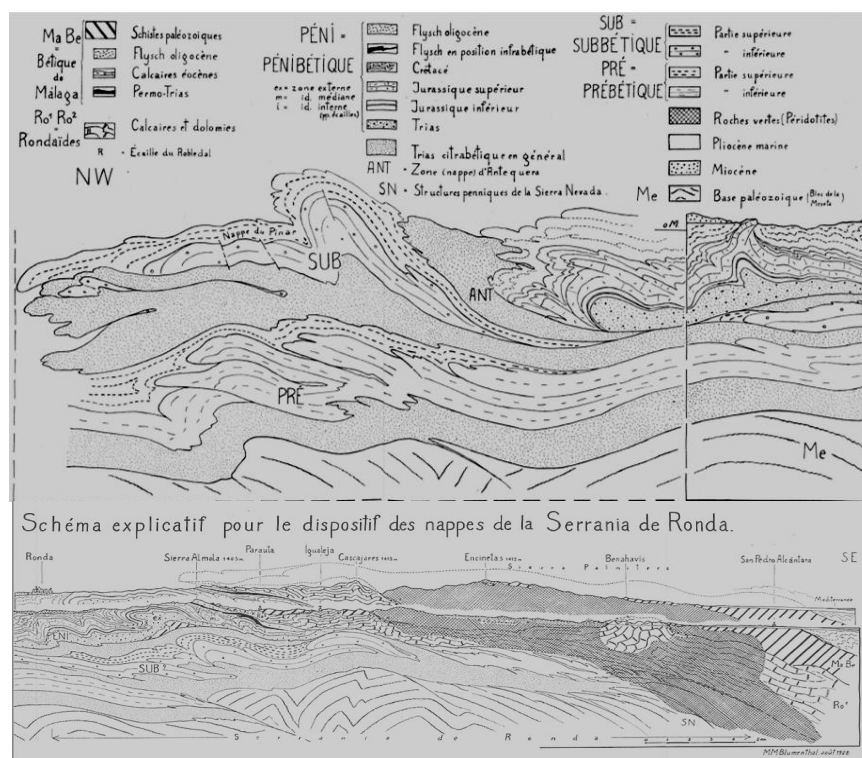


Figura 2. Esquema explicativo del Corte estructural NW-SE pasando por Ronda de la estructura en «mantos» de la Serranía de Ronda⁴⁵.

García Siñeriz⁴⁶, en una nota biográfica sobre Blumenthal, cita la colaboración de éste, con Cantos Figuerola, Marin, Fallot, en los estudios geológicos del Rif marroquí; en cuanto a la labor realizada en las Béticas, se refiere al trabajo de Alastrué⁴⁷, señalando así mismo que «Nuestra guerra cortó por desgracia este fecundo periodo de investigación, y obligó al Sr. Blumenthal a orientar en otro sentido su labor». En los años de investigación en España viajó por Grecia, Sicilia, Cerdeña... Vuelto a Suiza estudia la unión de las cadenas alpinas orientales y occidentales... Fruto de este trabajo es el levantamiento del mapa geológico de Turquía,

⁴⁵ BLUMETHAL, Maurice (1928), *op. cit.*, nota 15.

⁴⁶ GARCÍA SIÑERIZ, José (1949) «Introducción (Biografía del Dr. Blumenthal)». *Boletín del Instituto Geológico y Minero*, 62: 5-10.

⁴⁷ ALASTRUÉ, Eduardo (1949), *op. cit.*, nota 42.

y en especial el estudio de la cadena de los Montes Taurus (Sur de Turquía).

García Siñeriz⁴⁸, recuerda las importantes contribuciones a la geología de las Béticas, y hace votos por que pronto continúe sus trabajos en suelo español. La biografía póstuma⁴⁹, señala que Blumenthal había estudiado Viena, Leipzig y Zúrich y había trabajado para compañías petroleras en Filipinas, Borneo, Java y Venezuela, hasta 1924. Entre esta fecha y 1936, estudia los Alpes suizos y austriacos, así como las cordilleras Béticas, y contribuye al Mapa Geológico 1/500.000 de Suiza, donde sin duda coincidiría con Staub, al que en sus trabajos sobre las Béticas cita siempre. Después de 1936 se traslada a Turquía donde permaneció más de 20 años. Con motivo de su 70 aniversario escaló el monte Ararat, situado en la frontera este de Turquía y a 5.165 metros sobre el nivel del mar⁵⁰.

En relación con las peridotitas de Ronda⁵¹, sintetiza los trabajos de Blumenthal, y en relación con las peridotitas de Ronda, escribe: «las intrusiones básicas como metamorfizan las Rondaidas son post-triásicas... el límite superior de su edad lo da el Flysch Eoceno...» y añade que las Rondaidas cabalgan al flysch Eoceno, y que las intrusiones peridotíticas, se producen a través del contacto tectónico entre las Rondaidas y el Flysch Eoceno.

Consideraciones finales

Las «Peridotitas de Ronda» del Sur de España, son el mayor afloramiento del manto subcontinental actualmente conocido, con una extensión de 300 km². Se trata de una gran lámina de manto que bajo el efecto de un importante proceso metamórfico de descompresión fue exhumada sobre la corteza continental hace unos 22 millones de años (Oligoceno-Mioceno)⁵². Muchos autores han investigado acerca de la estructura de la S^a de Ronda. Macpherson⁵³ interpretaba la gigantesca masa de serpentina, como procedente de zonas profundas y relacionadas con empujes que venían del Sur. Orueta⁵⁴ presenta una interpretación de las Cordilleras Béticas y por supuesto del Macizo de Ronda, «considerando (que) durante las épocas estrato cristalina y paleozoica es muy probable

⁴⁸ GARCÍA SIÑERIZ, José (1949), *op. cit.*, nota 46.

⁴⁹ ANÓNIMO (1968) «Obituary notice: Dr. Maurice Blumenthal». *Tuerkiye Jeoloji Kurumu Bulteni. Bulletin of the Geological Society of Turkey* 11(1-2): 183-185.

⁵⁰ BLUMENTHAL, Maurice (1958) «Vom Agrl Dag (Ararat) zum Kagkar Dag. Bergfahrten in nordostanatolischen Grenzlande». *Die Alpen* 34: 125-137.

⁵¹ ALASTRUÉ, Eduardo (1949), *op. cit.*, nota 42.

⁵² MAZZOLI, Stefano y MARTÍN ALGARRA, Agustín (2011), *op. cit.*, nota 2. PRÉCIGOUT, Jacques, *et al.* (2013), *op. cit.*, nota 1.

⁵³ MACPHERSON, José (1875), *op. cit.*, nota 7.

⁵⁴ ORUETA, Domingo de (1917), *op. cit.*, nota 9.

que la Serranía de Ronda formase un todo continuo con las grandes mesetas española y africana».

Los geólogos españoles que habían estudiado antes de Blumenthal las unidades Béticas consideraban a las Peridotitas de Ronda como parte del Estrato cristalino Ibérico. Fallot⁵⁵, señala que la *Explicación del Mapa Geológico de España* impresa entre 1875-1907, y reimpressa en 1927, con motivo del XIV Congreso Geológico Internacional, presentan una interpretación inmovilista y «a-tectónica», en un momento el que se están dando los primeros pasos sólidos para la interpretación de los mantos de las Cordillera Alpinas.

Como hemos señalado⁵⁶, durante el periodo 1911-1960, Paul Fallot, investiga las «*alpides espagnoles*», las cordilleras del cinturón alpino en la península ibérica (Baleares y Béticas). Y no se equivocaba Blumenthal, amigo y colaborador de Fallot, cuando en época tan temprana aseguraba, que el progreso del conocimiento de las cordilleras Béticas se apoyaría en los trabajos de Fallot, de la escuela de Nancy, y de la escuela de Delf, que permitirán establecer mejor la estructura de las Béticas⁵⁷; y señala que las observaciones hechas en la serranía de Ronda pueden dar ideas básicas para este propósito. Y el mismo Blumenthal⁵⁸, cuando se refiere a las Béticas las considera el extremo más occidental de las Álpides Europeas.

Todo ello a pesar de lo dicho⁵⁹, los geólogos alpinos no supieron interpretar en términos del modelo de tectónica de placas las evidencias que de este modelo existían en las Álpides, aunque existían datos estructurales observables, y ya se habían avanzado ideas en tal sentido, Argand, Ampferer y Staub... Ello hubiera supuesto un gran avance en la Geología Europea, y que el modelo de tectónica de placas, que nació en los estudios del medio físico oceánico hubiera podido nacer en las cordilleras alpinas.

⁵⁵ FALLOT, P. (1950) «Les progrès de la Géologie en Espagne depuis cent ans». *Memorias de la Real Academia de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*. Serie 2^a N^o IX. Publicaciones del Centenario. Actas, Discursos y Conferencias: 115-155.

⁵⁶ ORDÓÑEZ, Salvador. y GARCÍA DEL CURA, M^a Ángeles (2015), *op. cit.*, nota 12.

⁵⁷ BLUMENTHAL, Maurice (1926-27), *op. cit.*, nota 14.

⁵⁸ *Ibidem*.

⁵⁹ TRÜMPY, Rudolf (2000), *op. cit.*, nota 17.